

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-034099

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G03F 1/08

H01L 21/027

(21)Application number : 07-188964

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 25.07.1995

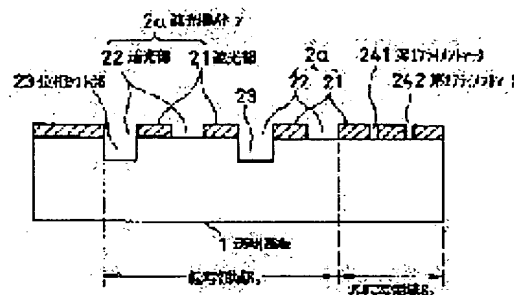
(72)Inventor : OKUBO YASUSHI

## (54) PHASE SHIFT MASK AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to obtain a phase shift mask having an exact phase shift quantity in a relatively simple stage.

SOLUTION: Light shielding film patterns 2a constituting transfer patterns of light shielding parts 21 and light transparent parts 22 are formed within the transfer region E1 on a transparent substrate 1. At least a part of these light shielding film patterns 2a are provided with patterns having the light transparent parts 22 arranged on both sides of the light shielding parts 21. The light shielding patterns 2a of the phase shift mask having phase shift parts 23 formed by removing the transparent substrate 1 in the thickness direction by as much as a prescribed depth in one of the transparent parts 22 disposed on both sides of the light shielding parts 21 are composed of a material removable by an etching method common to an etching method used at the time of removing part of the transparent substrate 1 in order to form the phase shift parts 23, thereby, the common use of the pattern exposure for forming the phase shift parts 23 with the pattern exposure common to the exposed patterns of approximately half parts of the light shielding film patterns 2a is made possible without separately executing the pattern exposure for forming the phase shift parts 23. The time for plotting by exposure is shortened and the control of the phase shift quantity is made extremely easy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-34099

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G03F 1/08			G03F 1/08	A C1
				G C2
				N C6
H01L 21/027			H01L 21/30	502P
				528
審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全9頁)				

(21)出願番号 特願平7-188964

(22)出願日 平成7年(1995)7月25日

(71)出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72)発明者 大久保 靖

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

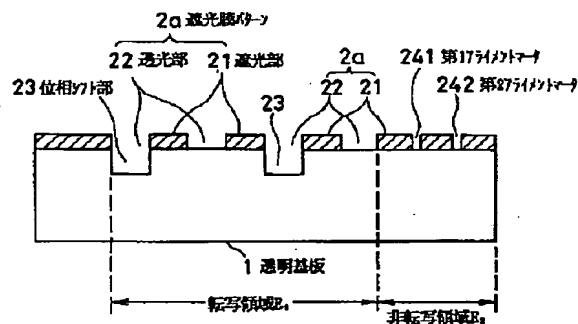
(74)代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外1名)

## (54)【発明の名称】 位相シフトマスク及びその製造方法

## (57)【要約】

【課題】 比較的単純な工程で正確な位相シフト量を有する位相シフトマスクを得ることが可能な位相シフトマスク及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 透明基板1上の転写領域E1内に、遮光部21と透光部22とで転写パターンを構成する遮光膜パターン2aが形成され、この遮光膜パターン2aの少なくとも一部には、遮光部21の両側に透光部22が配置されたパターンが設けられ、遮光部21の両側に配置された透光部22の一方には、透明基板1が厚さ方向に所定の深さだけ除去されて位相シフト部23が形成されている位相シフトマスクであって、遮光膜パターン2aが、位相シフト部23を形成するために透明基板1の一部を除去する際に用いるエッチング法と共通のエッチング法で除去することができる材料で構成することにより、位相シフト部の形成のためのパターン露光を別個に行なうことなく遮光膜パターンの略半分の部分の露光パターンと共通のパターン露光によって兼ねることを可能にし、露光描画時間の短縮と、位相シフト量の制御を著しく容易にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板上に透光部と遮光部とで構成される転写パターンを備え、この転写パターンの少なくとも一部には遮光部の両側に透光部が存在する部分を有し、この遮光部の両側に存在する透光部にはその一方を通過する露光光の位相を他方を通過する露光光の位相に対して所定量ずらす位相シフト部が設けられた位相シフトマスクであって、

前記転写パターンは、透明基板の上に直接に又は透明層を介して遮光層を形成し、この遮光層を所定のパターン形状に沿ってその一部を選択的に除去することによって遮光層が存在する部分を遮光部とし、遮光層が除去された部分を透光部として、遮光部の両側に透光部を有するパターンを形成したものであり、

前記位相シフト部は、前記遮光部の両側に存在する透光部の少なくとも一方の側が前記遮光層を除去した後に前記透明基板又は前記透明層の一部をエッチング法により厚さ方向に除去することによって該透光部を通過する露光光の位相を他方の透光部を通過する露光光の位相に対してずらすようにしたものであり、

前記遮光層は、前記位相シフト部を形成するために透明基板又は透明層の一部を除去する際に用いるエッチング法と共通のエッチング法で除去することができる材料で構成されたものであることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の位相シフトマスクにおいて、

前記位相シフト部を形成する際にその一部が除去される透明基板又は透明層を  $\text{SiO}_2$  を主成分とする材料で構成し、

前記遮光層を、モリブデン、タングステン、タンタル又はチタンのいずれか一種以上の金属とシリコンとを主成分とし、該金属とシリコンとの組成比が原子比で 5 : 1 ないし 1 : 3 の範囲である材料で構成したことを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造方法において、透明基板の上に透明層を介して又は介さずに遮光層を形成する遮光層形成工程と、

前記遮光層の上に第 1 レジスト層を形成する第 1 レジスト層形成工程と、

前記第 1 レジスト層に、転写パターンの一部たる遮光部の両側に形成される透光部のうちの一方の透光部を構成するパターンを露光し、現像してしてこの一方の透光部のパターンを構成する第 1 レジストパターンを形成する第 1 レジストパターン形成工程と、

前記第 1 レジストパターンが形成されたレジストをマスクにしてエッチングを行ない、前記透光部の一方を構成するパターンに沿って前記遮光層を除去すると共に、引き続きこの除去された遮光層の下の透明層又は透明基

板の一部を厚さ方向に所定量除去する第 1 エッチング工程と、

前記第 1 エッチング工程の使用済レジストを除去して所定の洗浄を行ない、前記パターンが形成された面に第 2 のレジスト層を形成する第 2 レジスト層形成工程と、

前記第 2 レジスト層に、転写パターンの一部たる遮光部の両側に形成される透光部の他方を構成するパターンを露光し、現像してしてこの遮光部の両側に形成される透光部の他方のパターンを構成する第 2 レジストパターンを形成する第 2 レジストパターン形成工程と、

前記第 2 レジストパターンが形成されたレジストをマスクにしてエッチングを行ない、前記透光部の他方を構成するパターンに沿って少なくとも前記遮光膜を除去する第 2 エッチング工程とを有することを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記第 2 エッチング工程において、前記遮光膜を除去した後にさらにこの除去された遮光膜の下の透明層又は透明基板の一部を厚さ方向に所定量除去することによって所定の位相シフト量を得るようにしたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記第 1 エッチング工程において除去する透明層又は透明基板の厚さ方向の量を所望の位相シフト量が得られる量よりも多く設定しておき、該第 1 エッチング工程終了後にその除去量を測定し、その結果に基づいて前記第 2 エッチング工程において除去すべき透明層又は透明基板の厚さ方向の量を設定して除去することにより、所定の位相シフト量を得るようにしたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項 6】 請求項 3 ないし 5 のいずれかに記載の位相シフトマスクの製造方法において、

転写の位置合わせのために転写パターン形成領域以外の領域に形成されるレチクルアライメントマークを 2 つに分けて、その一方を前記第 1 レジストパターン形成工程及び第 1 エッチング工程の際に同時に形成するようにし、他方を前記第 2 のレジストパターン形成工程及び第 2 エッチング工程の際に同時に形成するようにしてアライメント精度を向上させるようにしたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、転写パターンの遮光部の両側の透光部を通過する露光光間に位相差を与える位相シフト部を設けることによって転写パターンの解像度を向上させるようにした位相シフトマスクであって、透明基板の上に透明層を介して又は介さずに形成した遮光層に転写パターンを形成すると共に、この転写パ

ターンの遮光部の両側に存在する透光部の少なくとも一方の側を遮光層を除去した後にさらに透明層又は透明基板の一部をエッチング法により所定の深さだけ除去することによって位相シフト部を形成するようにした位相シフトマスク及びその製造方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】透明基板の上に透明層を介して又は介さずに形成した遮光層に転写パターンを形成すると共に、この転写パターンの遮光部の両側に存在する透光部の少なくとも一方の側を遮光層を除去した後にさらに透明層又は透明基板の一部をエッチング法により所定の深さだけ除去することによって位相シフト部を形成するようにした位相シフトマスクは従来から知られている。

【0003】このタイプの位相シフトマスクの製造方法の例としては、例えば、文献〔SPIE Vol. 1604, 1991, 236〕に記載されている方法がある。図7はこの従来の方法の説明図である。以下、図7を参照しながらこの方法を説明する。

【0004】まず、石英基板1の上にクロム遮光膜2を形成し、その上にレジスト膜3を形成してマスクブランクスを得る(図7(a)参照)。

【0005】次に、上記レジスト膜3に、電子線描画による転写パターンの露光を施し、現像してレジストパターン3aを形成する(図7(b)参照)。

【0006】次に、レジストパターン3aをマスクにしてクロム遮光膜2をエッチングして遮光膜パターン2aを形成し、使用済レジストの剥離・洗浄を行なった後、検査修正する(図7(c)参照)。

【0007】次に、上記遮光膜パターン3aが形成された基板上に位相シフト部形成のためのレジスト膜4を形成する(図7(d)参照)。

【0008】次に、レジスト膜4に、電子線描画による位相シフト部のパターン露光を施し、現像してレジストパターン4aを形成する(図7(e)参照)。この場合、このレジストパターン4aは、透光部と遮光部とが交互に存在するパターンの1つおきの透光部をレジストで塞ぎ、かつ、隣り合う2つの遮光部の一部上面を覆うようにしてレジストがかけわたされたようなパターンである。

【0009】次に、レジストパターン4a及び遮光膜パターン2aの一部をマスクにして基板1を所定の深さまでエッチングすることによって位相シフト部23を形成し(図7(f)参照)、使用済レジストの剥離・洗浄を行なった後、検査修正して位相シフトマスクを得る(図7(g)参照)。

【0010】この製造方法においては、石英基板1をエッチングする際に、遮光膜にダメージが生じる場合があることが知られており、その改善案として、例えば、特開平6-51490号公報に記載の方法が提案されている。図8はこの方法の説明図である。以下、図8を参照

にしながらかの方法を説明する。

【0011】まず、石英基板1の上にクロム遮光膜2を形成し、その上にレジスト膜3を形成してマスクブランクスを得る(図8(a)参照)。

【0012】次に、上記レジスト膜3に、電子線描画による転写パターンの露光を施し、現像してレジストパターン3aを形成する(図8(b)参照)。

【0013】次に、レジストパターン3aをマスクにしてクロム遮光膜2をエッチングして遮光膜パターン2aを形成し、使用済レジストの剥離・洗浄を行なった後、検査修正する(図8(c)参照)。なお、この工程までは、上述の製造方法と同じである。

【0014】次に、上記遮光膜パターン3aが形成された基板上に位相シフト部形成のためのレジスト膜4を形成する。ただし、ここで形成するレジスト膜4は、最初はポジ型又はネガ型であるが所定の処理を加えることで他方の型に変換できるイメージリバーサル対応レジストである。次いで、レジスト膜4に、電子線描画による位相シフト部のパターンの露光を施してベーク処理を施し、次いで、基板1の裏面から遮光膜パターン2aをマスクにしたバック露光を行なう(図8(d)参照)。

【0015】次に、上記レジスト膜4に塗布された帯電防止剤を除去すると共にレジスト膜4を現像してレジストパターン4aを形成する(図8(e)参照)。この場合、このレジストパターン4aは、透光部と遮光部とが交互に存在するパターンの1つおきの透光部をレジストで塞ぎ、かつ、隣り合う2つの遮光部の上面全面を覆うように形成されたパターンである。

【0016】次に、レジストパターン4a及び遮光膜パターン2aの一部をマスクにして基板1を所定の深さまでエッチングして位相シフト部23を形成し(図8(f)参照)、使用済レジストの剥離・洗浄を行なった後、検査修正して位相シフトマスクを得る(図8(g)参照)。

【0017】この方法によれば、Cr遮光膜がレジストで覆われてエッチング雰囲気中に露出していないため遮光膜のダメージは生じない。

#### 【0018】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述の従来の製造方法は、いずれも、電子線描画による露光による場合、まず、転写パターン全部の描画露光を行なった後、これとは別個に位相シフト部のパターンの描画露光を行なう必要がある。従って、描画量はほぼ転写パターン全部の描画量のほぼ1.5倍になる。このため、露光に時間がかかり、迅速な製造を困難にしている。

【0019】また、位相シフト部の露光は、石英基板(非導電性部材)の上に形成されたレジスト膜に施されるため、その露光方法として電子線描画を選択する場合は、製造工程を増やして何等かのチャージアップ防止処理を施さないと、チャージアップによるパターン形状不良、位置精度不良が発生する。

【0020】さらに、位相シフト部のパターンを形成する工程において、仮に描画するときにデータ抜けなどの異常描画が原因でシフター一部が形成されていない場合には、現状の欠陥検査機では、欠陥の検出が不能となる場合がある。すなわち、現状の欠陥検査機では、図9(a)に示される場合と、図9(b)に示される場合とを区別できない場合があり、図9(b)で示されるようなものであるべきところが、何等かの異常で図9(a)で示されるようなパターンとなっても、現在の欠陥検査機では検出が困難である。

【0021】また、上述の従来の方法では、位相シフト部を形成する方法として、全部の転写パターンを形成して遮光膜が除去された透光部の一部の石英基板をさらに厚さ方向に所望の位相シフト量を得るために必要な量だけ除去する方法がとられている。この方法で正確な位相シフト量を得るには、石英基板の除去量を正確にする必要があるが、1回のエッチングで除去量を正確にすることは必ずしも容易でない。しかも、石英基板の場合、一旦形成された位相シフト部の深さ(除去量)を補正することは必ずしも容易でなく、除去しすぎた場合には補正自体が非常に困難になる。

【0022】さらには、位相シフト部の形成の際に石英基板の除去された部分の表面に生ずる場合がある欠陥として、図10に示されるような欠陥の場合、例えば、欠陥修正装置として代表的なFocused Ion Beam(FIB)法による装置では欠陥部位が下地と同材料のため、欠陥検出が難しくなり修正精度が悪くなるという問題もある。

【0023】また、上述の前者の従来例の場合には、位相シフト部の形成のための石英基板のエッチングの際に、遮光膜の一部が露出しているために、そのエッチングによって遮光膜パターンがダメージを受けるおそれもあり、また、石英基板表面部に荒れを生じさせるおそれもある。これを回避するための後者の従来例の場合は、バック露光工程を設ける等、その工程が著しく複雑となる。

【0024】本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、比較的単純な工程で正確な位相シフト量を有する位相シフトマスクを得ることが可能な位相シフトマスク及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明にかかる位相シフトマスクは、

(構成1) 透明基板上に透光部と遮光部とで構成される転写パターンを備え、この転写パターンの少なくとも一部には遮光部の両側に透光部が存在する部分を有し、この遮光部の両側に存在する透光部にはその一方を通過する露光光の位相を他方を通過する露光光の位相に対して所定量ずらす位相シフト部が設けられた位相シフトマスクであって、前記転写パターンは、透明基板の上に直

接に又は透明層を介して遮光層を形成し、この遮光層を所定のパターン形状に沿ってその一部を選択的に除去することによって遮光層が存在する部分を遮光部とし、遮光層が除去された部分を透光部として、遮光部の両側に透光部を有するパターンを形成したものであり、前記位相シフト部は、前記遮光部の両側に存在する透光部の少なくとも一方の側が前記遮光層を除去した後に前記透明基板又は前記透明層の一部をエッチング法により厚さ方向に除去することによって該透光部を通過する露光光の位相を他方の透光部を通過する露光光の位相に対してずらすようにしたものであり、前記遮光層は、前記位相シフト部を形成するために透明基板又は透明層の一部を除去する際に用いるエッチング法と共通のエッチング法で除去することができる材料で構成されたものであることを特徴とする構成とし、この構成1の態様として、

(構成2) 構成1の位相シフトマスクにおいて、前記位相シフト部を形成する際にその一部が除去される透明基板又は透明層をSiO<sub>2</sub>を主成分とする材料で構成し、前記遮光層を、モリブデン、タングステン、タンタル又はチタンのいずれか一種以上の金属とシリコンとを主成分とし、該金属とシリコンとの組成比が原子比で5:1ないし1:3の範囲である材料で構成したことを特徴とする構成とした。

【0026】また、本発明にかかる位相シフトマスクの製造方法は、

(構成3) 構成1又は2の位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造方法において、透明基板の上に透明層を介して又は介さずに遮光層を形成する遮光層形成工程と、前記遮光層の上に第1レジスト層を形成する第1レジスト層形成工程と、前記第1レジスト層に、転写パターンの一部たる遮光部の両側に形成される透光部のうちの一方の透光部を構成するパターンを露光し、現像してしてこの一方の透光部のパターンを構成する第1レジストパターンを形成する第1レジストパターン形成工程と、前記第1レジストパターンが形成されたレジストをマスクにしてエッチングを行ない、前記透光部の一方を構成するパターンに沿って前記遮光層を除去すると共に、引き続いてこの除去された遮光層の下に透明層又は透明基板の一部を厚さ方向に所定量除去する第1エッチング工程と、前記第1エッチング工程の使用済レジストを除去して所定の洗浄を行ない、前記パターンが形成された面に第2のレジスト層を形成する第2レジスト層形成工程と、前記第2レジスト層に、転写パターンの一部たる遮光部の両側に形成される透光部の他方を構成するパターンを露光し、現像してしてこの遮光部の両側に形成される透光部の他方のパターンを構成する第2レジストパターンを形成する第2レジストパターン形成工程と、前記第2レジストパターンが形成されたレジストをマスクにしてエッチングを行ない、前記透光部の他方を構成するパターンに沿って少なくとも前記遮光膜を除

去する第2エッチング工程とを有することを特徴とする構成とし、この構成3の態様として、

(構成4) 構成3の位相シフトマスクの製造方法において、前記第2エッチング工程において、前記遮光膜を除去した後にさらにこの除去された遮光膜の下の透明層又は透明基板の一部を厚さ方向に所定量除去することによって所定の位相シフト量を得るようにしたことを特徴とする構成とし、この構成4の態様として、

(構成5) 構成4の位相シフトマスクの製造方法において、前記第1エッチング工程において除去する透明層又は透明基板の厚さ方向の量を所望の位相シフト量が得られる量よりも多く設定しておき、該第1エッチング工程終了後にその除去量を測定し、その結果に基づいて前記第2エッチング工程において除去すべき透明層又は透明基板の厚さ方向の量を設定して除去することにより、所定の位相シフト量を得るようにしたことを特徴とする構成とし、構成3ないし5の態様として、

(構成6) 構成3ないし5のいずれかの位相シフトマスクの製造方法において、転写の位置合わせのために転写パターン形成領域以外の領域に形成されるレチクルアライメントマークを2つに分けて、その一方を前記第1レジストパターン形成工程及び第1エッチング工程の際に同時に形成するようにし、他方を前記第2のレジストパターン形成工程及び第2エッチング工程の際に同時に形成するようにしてアライメント精度を向上させるようにしたことを特徴とする構成としたものである。

#### 【0027】

##### 【実施の形態】

(実施の形態1) 図1は本発明の実施の形態1にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的断面図、図2は実施の形態1にかかる位相シフトマスクの製造方法の説明図である。以下、これらの図面を参照しながら実施の形態1にかかる位相シフトマスク及びその製造方法を説明する。

【0028】図1において、実施の形態1にかかる位相シフトマスクは、透明基板1上の転写領域E1内に、遮光部21と透光部22とで転写パターンを構成する遮光膜パターン2aが形成されたものである。また、この遮光膜パターン2aの少なくとも一部には、遮光部21の両側に透光部22が配置されたパターンが設けられている。そして、遮光部21の両側に配置された透光部22の一方には、透明基板1が厚さ方向に所定の深さだけ除去されて位相シフト部23が形成されている。この位相シフト部23の深さは、この位相シフト部23が形成された透光部22を通過する露光光の位相が、該透光部22と遮光部21をはさんで隣り合う透光部であって位相シフト部が形成されていない透光部22を通過する露光光の位相に対してほぼ $180^\circ$ ずれる深さに設定されている。

【0029】さらに、透明基板1上の非転写領域E2に

第1のレチクルアライメントマーク241及び第2のレチクルアライメントマーク242が形成されている。

【0030】透明基板1は、縦6インチ、横インチ、厚さ0.25インチ、250nmの波長において、屈折率1.508の石英基板である。

【0031】遮光膜パターン2aは、原子比で、Moが65%、Siが30%、Oが5%の組成を有し、厚さが80nmのMo-Si膜の一部を所定のパターン(転写パターン)によって除去したものである。

【0032】位相シフト部23は、石英基板1をその表面から深さ244nmまで除去することによって、除去する前の状態において通過する波長250nmの露光光に対してその位相を $180^\circ$ ずらすことができるようにしたものである。

【0033】上述の位相シフトマスクは以下の手順によって製造する。

【0034】まず、石英基板1の上に厚さ80nmのMo-Si遮光膜2をスパッタリング法で形成し、その上にEBレジストであるZEP-520(日本ゼオン株式会社の商品名)をスピンコート法によって厚さ50.0nmに塗布し、プリベーク処理を行なってレジスト膜3を形成し、マスクブランクスを得る(図2(a)参照)。なお、Mo-Si遮光膜2の組成は、原子比で、Moが65%、Siが30%、Oが5%である。

【0035】次に、上記レジスト膜3に、電子線描画装置によるパターン露光(EB描画という場合がある)を施す。この描画パターンは、転写パターン全体の略半分を占めるパターンであって、遮光部の両側に透光部が存在するパターンの一方の透光部、つまり、位相シフト部が形成される透光部のパターン(以下、便宜的にハーフパターンと称する場合がある)である。なお、この場合、非転写領域には、第1のレチクルアライメントマークを形成するための描画のみを行なう。次いで、これを現像してレジストパターン3aを形成する(図2(b)参照)。

【0036】次に、レジストパターン3aをマスクにしてMo-Si遮光膜2をドライエッチングしてハーフパターン20aを形成する(図2(c)参照)。この場合のドライエッチングは、平行平板型RIEドライエッチング装置を用い、 $CF_4/O_2$ 混合ガス雰囲気中でガス圧を0.3 Torr、パワー100Wという条件で行なった。

【0037】次に、上記ドライエッチング装置から基板を取り出すことなくエッチング条件のみを変更し、上記レジストパターンをマスクにして上記ドライエッチング装置によって引き続いて透明基板1を所定の深さまで除去するエッチングを行なって位相シフト部23を形成する(図2(d)参照)。この場合のエッチング条件は、 $CF_3/O_2$ 混合ガス雰囲気中でガス圧を0.05 Torr、パワー150Wとした。なお、露光光として、Kr

Fエキシマレーザ（波長248nm）を使用する場合において180°位相をシフトさせるためには、除去の深さを244nmとする必要がある。しかし、この実施の態様の場合には、ここでのエッチングの深さをこれよりもわずかに深く、例えば、位相差として5°程度に相当する深さ分だけ深く形成する。これは、エッチング深さは、パターン種類或いは、エッチング状態の変動等により誤差が生じる可能性があり、必ずしも、所望の深さ丁度にエッチングする事が難しいことを考慮し、後の工程での透光部形成の際に位相差の調整が可能であることを利用して、誤差発生が考えられる分だけあらかじめ深くしておくものである。

【0038】次に、レジスト剥離／洗浄後、欠陥検査を実施し、必要に応じて欠陥修正を行なう（図2(e)参照）。この検査時に、光学式或いは触針式等により、位相シフト部23による位相差を求めておく。なお、この場合、非転写領域には、第1のレチクルアライメントマーク241のみが形成される。

【0039】次に、上記パターンが形成された透明基板1上に、転写パターンの残りのパターンに相当するパターンを形成するためのレジスト膜4を形成する。なお、このレジスト膜4は、上述のレジスト膜3と同じものであるが、上述の工程で形成された透光部2や位相シフト部23をも完全に塞ぐようにして形成される（図2(f)参照）。

【0040】次に、電子ビームアライメント描画を行なう。この描画パターンは、転写パターン全体の残りの略半分を占めるパターンであって、遮光部の両側に透光部が存在するパターンの他方の透光部、つまり、位相シフト部が形成されない透光部のパターンである。なお、このとき、非転写領域には、第2のレチクルアライメントマークを形成するための描画を行なう。次いで、これを現像してレジストパターン4aを形成する（図2(g)参照）。

【0041】次に、レジストパターン4aをマスクにしてハーフパターン20aが形成されている遮光膜をドライエッチングして遮光膜パターン2aを形成する（図2(c)参照）。この場合のドライエッチングは、平行平板型RIEドライエッチング装置を用い、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>混合ガス雰囲気中でガス圧を0.3Torr、パワー100Wという条件で行ない、さらに前の工程で予め測定しておいた位相シフト部23の位相差の量に応じて、必要ならば連続して石英基板のエッチングを所定量行なう。エッチング後、この工程で形成された透光部を通過する露光光の位相と前の工程で形成した位相シフト部23を有する透光部を通過する露光光の位相との位相差を測定し、場合によっては適当時間のエッチングをさらに行ない、所定の位相差（通常は180°）に制御する。

【0042】次に、レジスト剥離、洗浄、検査を行ない、必要に応じて修正作業を行なう。

【0043】なお、位相シフト部23の線幅は、転写対象たるウエハ上で得たい寸法よりも、若干大きく設定する必要がある。これは、いわゆるウェーブガイド効果により、凹部を透過する光強度が、凹部でない部分を通過する光強度に比べて低下する現象を補正するために行なう（詳しくは、SPIE Vol. 1927 p. 28等を参照）。

【0044】以上説明した実施の形態1にかかる位相シフトマスク及びその製造方法によれば、遮光膜パターンを構成する遮光膜を、位相シフト部を形成するために透明基板の一部を除去する際に用いるエッチング法と共通のエッチング法で除去することができ材料で構成したことにより、位相シフト部の形成のためのパターン露光を別個に行なうことなく遮光膜パターンの略半分の部分の露光パターンと共通のパターン露光によって兼ねることが可能になり、これによって、露光描画時間の短縮が可能になった。同時に、位相シフト量の制御も著しく容易になった。

【0045】また、描画の際には、非導電部を描画することがないので、電子描画法を使用する場合でもチャージアップに起因する弊害が生じることがない。

【0046】さらに、レチクルアライメントマークを2つに分けて、その一方を、位相シフト部形成を行なう場合の略半分の転写パターン形成の際に形成し、このレチクルアライメントマークを用いて残りの転写パターン形成を行なうと同時に、他方のアライメントマークを形成するようにしたことにより、パターン位置合わせ精度の劣化を抑えることが可能となる。

【0047】なお、上述の実施の形態1においては、遮光層を透明基板1の上に直接形成する例を掲げたが、図3に示されるように、透明基板1の上に透明なHfO<sub>2</sub>からなるエッチングストッパー層12を形成し、その上にSOG (Spin On Glass) からなる透明層11を形成し、その上に遮光膜パターン2aを形成するようにしてもよい。この場合には、この透明層11と遮光膜パターン2aを構成する材料とが共通のエッチング法によってエッチングできるものであればよい。

【0048】また、上述の実施の形態1においては、エッチングガスとして、CF<sub>4</sub>、CF<sub>3</sub>を掲げたが、これは、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、SF<sub>6</sub>のいずれか一種、又はこれらの混合ガス、あるいは、これらにO<sub>2</sub>ガスあるいはN<sub>2</sub>ガスを加えた混合系でもよい。

【0049】さらに、遮光膜の厚さは、転写特性に悪影響を与えない範囲で遮光効果があれば良く、ほぼ30nmないし200nmの範囲であればよい。

【0050】また、実施の形態1の例は、交互に配置される遮光部と透光部との線幅がほぼ等しく設定されるいわゆる「レベンソン」タイプの位相シフトマスクであるが、これは、いわゆる「補助パターン」タイプの位相シフトマスクにも適用することができる。図4は補助パターンタイプの位相シフトマスクのパターンの模式的平面



図、図5は図4のV-V線断面図である。これらの図面に示されるように、この「補助パターン」タイプの位相シフトマスクは、メインパターン部の周囲に近接して補助パターン部を設け、メインパターン部を通過する露光光の位相を補助パターン部を通過する露光光の位相に対して $180^\circ$ ずらすようにしてメインパターンの境界部の回折光を相殺し、解像度向上を図るものである。メインパターン部と補助パターン部との寸法は、例えば、図5に示したように、メインパターン部の内径が $2\mu\text{m}$ の場合、補助パターン部は、 $0.75\mu\text{m}$ の遮光部をはさんで $0.75\mu\text{m}$ の透光部を配置したものとなる。また、位相シフトを行なう方法としては、図5に示したように、補助パターン部の基板部分を厚さ方向に所定の深さに除去するようにしてもよいし、また、逆に、図6に示したように、メインパターン部の基板部分を厚さ方向に所定の深さに除去するようにしてもよい。この「補助パターン」タイプの位相シフトマスクの場合は、転写されるのはメインパターン部だけであるので、レチクルアライメントマークは2つに分けて別々に形成する必要はなく、メインパターン部描画の際に全て形成すれば良い。

【0051】さらに、上述の実施の形態にあつては、パターン形成を電子ビーム露光を用いて行なつたが、これはレーザ等光露光でも可能である。その場合は、帯電防止処理は不要となる。また、その際、その露光法に応じたレジストを用いることは勿論である。

【0052】また、実施例の形態1においては、レチクルアライメントマークをシフター部、非シフター部形成の工程で1つずつ形成したが、ステッパーの種類に応じて当然その個数は異なってくる。全レチクルアライメントマーク個数の半半ずつ描画することが望ましい。

【0053】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明にかかる位相シフトマスク及びその製造方法は、遮光層を、位相シフト部を形成するために透明基板の一部を除去する際に用いるエッチング法と共通のエッチング法で除去するこ

とができる材料で構成したことにより、位相シフト部の形成のためのパターン露光を別個に行なうことなく遮光膜パターンの略半分の部分の露光パターンと共通のパターン露光によって兼ねることが可能になり、これによって、露光描画時間の短縮を可能にし、同時に位相シフト量の制御を著しく容易すると共に、欠陥検査洩れの防止や欠陥修正精度の向上を図ることが可能になる等の効果を得ているものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1にかかる位相シフトマスクの製造工程説明図である

【図3】本発明の他の実施の形態にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的断面図である。

【図4】本発明の他の実施の形態にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的平面図である。

【図5】本発明の他の実施の形態にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的断面図である。

【図6】本発明の他の実施の形態にかかる位相シフトマスクの構成を示す模式的断面図である。

【図7】従来例にかかる位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図8】従来例にかかる位相シフトマスクの製造工程説明図である。

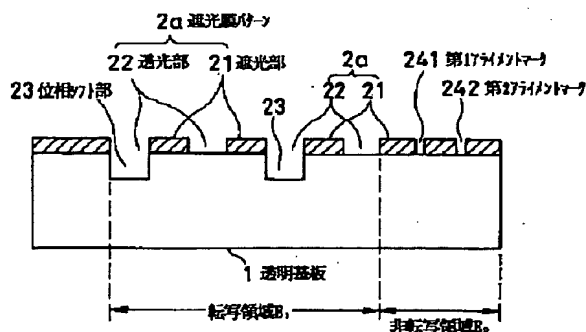
【図9】従来例にかかる位相シフトマスクの説明図である。

【図10】従来例にかかる位相シフトマスクの説明図である。

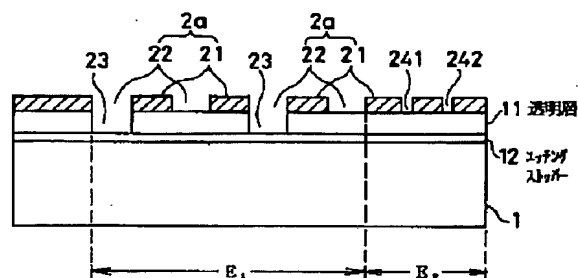
【符号の説明】

1…透明基板、2…遮光膜、2a…遮光膜パターン、3、4…レジスト膜、3a、4a…レジストパターン、21…遮光部、22…透光部、23…位相シフト部、241…第1のレチクルアライメントマーク、242…第2のレチクルアライメントマーク。

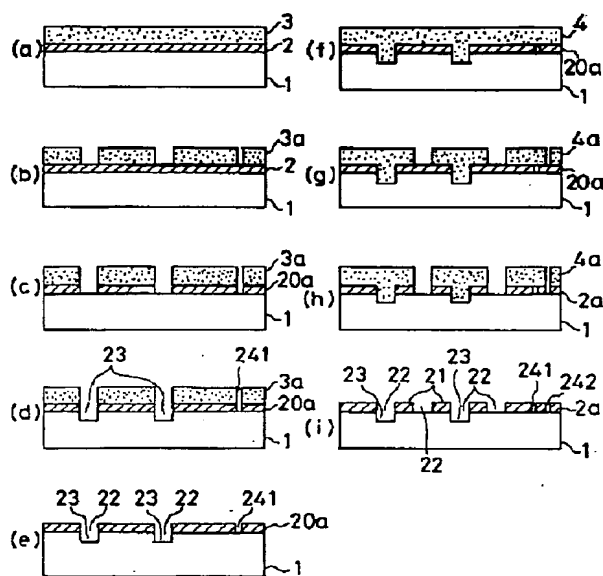
【図1】



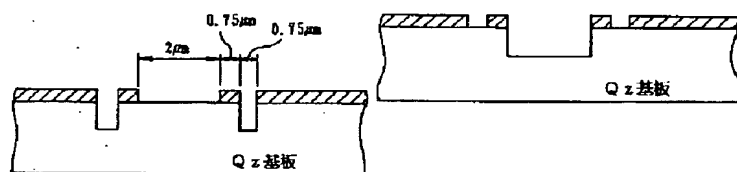
【図3】



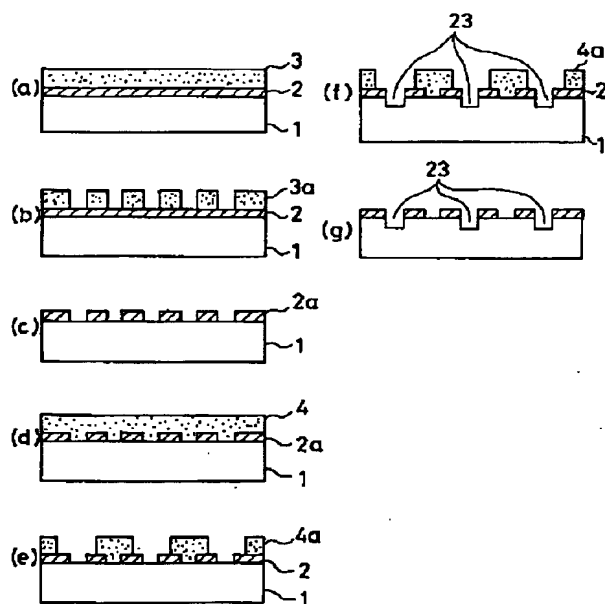
【図2】



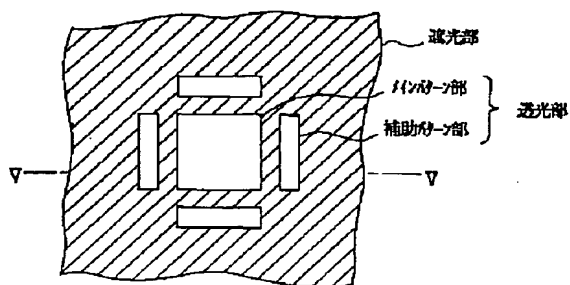
【図5】



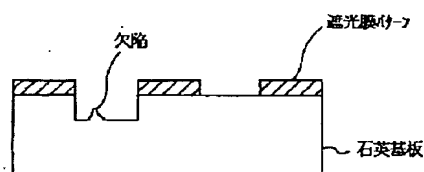
【図7】



【図4】

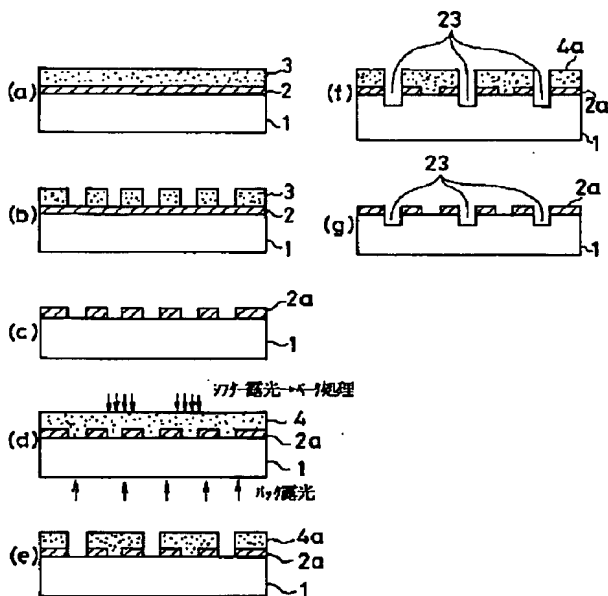


【図10】



【図6】

【図8】



【図9】

